

Requested Patent: JP9247863A

Title:

REACTIVE POWER COMPENSATOR FOR PROTECTING SYSTEM
INTERCONNECTION ;

Abstracted Patent: JP9247863 ;

Publication Date: 1997-09-19 ;

Inventor(s): OKATSUCHI CHIHIRO ;

Applicant(s): TOSHIBA FA SYST ENG KK;; TOSHIBA CORP ;

Application Number: JP19960054300 19960312 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H02J3/38; H02H7/06; H02J3/18; H02J3/50 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to surely defect an islanding state without selecting a variation frequency for the reactive power unit or using an expensive transmission breaking device and realize reliable protective function without a decrease in detective sensitivity caused by mutual interference of a reactive power unit. SOLUTION: When an islanding state takes place, a change in frequency at linkage points is detected by control units 45 to 49, and a reactive power reference value is adjusted under control in such a way as to increase the frequency change. A reactive power compensating unit 40 generates reactive power to cause a hunting state, in which frequency at the linkage point fluctuates in a given frequency cycle near to a rated frequency. Under these conditions, protective operation can be carried out by opening breakers 6 and 63 between the linkage point and a non-utility generator.

(51)Int.Cl. ^o	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 J 3/38			H 0 2 J 3/38	W
H 0 2 H 7/06			H 0 2 H 7/06	K
H 0 2 J 3/18			H 0 2 J 3/18	A
3/50			3/50	A

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L (全 8 頁)

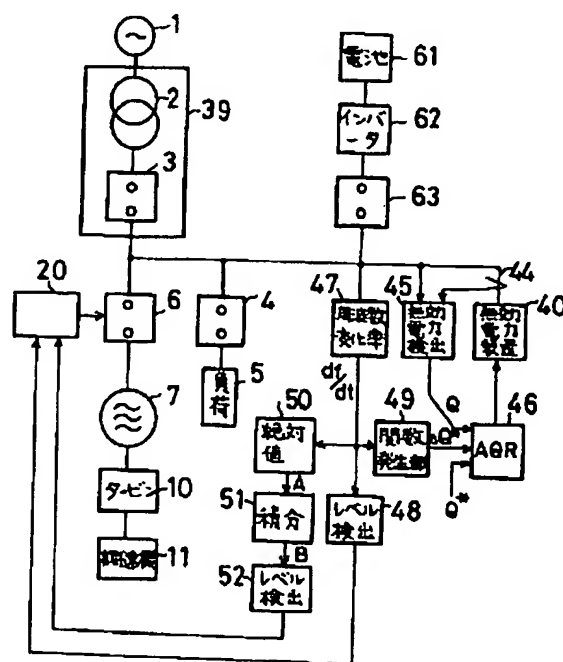
(21)出願番号	特願平8-54300	(71)出願人	000220996 東芝エフエーシステムエンジニアリング株式会社 東京都府中市晴見町2丁目24番地の1
(22)出願日	平成8年(1996)3月12日	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
		(72)発明者	岡土 千尋 東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東芝エフエーシステムエンジニアリング株式会社内
		(74)代理人	弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 系統連系保護用無効電力補償装置

(57) 【要約】

【課題】高価な転送遮断装置を設けることなく、しかも無効電力装置の変動周波数の選定が不要で、無効電力装置の相互干渉による検出感度低下の恐れがなく確実にアイランディング状態を検出して信頼性の高い保護動作を行う。

【解決手段】アイランディング状態になると、制御部45～49が連系点の周波数変化を検出し該周波数変化を助長させるように無効電力基準を制御し、無効電力補償装置40から無効電力が出力され、連系点の周波数が定格周波数の前後で所定の周期で増減するハンティング状態を発生させ、この状態に基づいて連系点と自家用発電設備間の遮断器6、63を開放する保護動作を行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項1】系統に連系する自家用発電設備の連系点に接続され、前記自家用発電設備が系統から切り離されたとき、前記連系点の電圧の周波数が定格周波数の前後で所定の周期で増減するハンティング状態を発生させるように無効電力を供給する無効電力補償装置を備え、このハンティング状態に基づいて連系点と自家用発電設備間の遮断器を開放することを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項2】請求項1に記載の系統連系保護用無効電力補償装置は、連系点の周波数変化に基づいて該周波数変化を助長させるように無効電力基準を補正し、無効電力基準に基づいて前記無効電力を制御する制御部を備え、自家用発電設備が系統から切り離されたとき、前記無効電力により周波数制御系を不安定状態とし前記ハンティング状態を発生させることを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項3】請求項2に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記制御部は、周波数変化率が正のときは進み無効電力を増加させ、周波数変化率が負のときは遅れ無効電力を増加させるように前記無効電力補償装置を制御することを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項4】請求項2に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記制御部は、周波数変化率に基づいて補正信号を出力する関数発生部を備え、この補正信号を前記無効電力基準に加えて無効電力基準を補正することを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項5】請求項4に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記関数発生部は、周波数変化率に比例した補正信号を出力することを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項6】請求項4に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記関数発生部は、周波数変化率に比例した値に、周波数変化率の極性に応じた極性の所定のバイアスを加えた補正信号を出力することを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項7】請求項2に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記制御部は、周波数変化率が所定レベルを越えるとき、保護動作を行わせるための信号を出力する第1レベル検出部を備え、前記ハンティング状態において周波数変化率が所定レベルを越えるように設定することを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項8】請求項2に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記制御部は、周波数変化率を積分し該積分値が所定レベルを越えるとき、保護動作を行わせるための信号を出力する第2レベル検出部を備え、前記ハンティング状態において積分値が所定レベルを越えるように設定することを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

電力補償装置。

【請求項9】請求項2に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記制御部は、周波数変化率に基づいて補正信号を出力する関数発生部と、前記補正信号を増幅すると共にその最大値を制限する演算部と、連系点の電圧、周波数の変化から自家用発電設備が系統から切り離されたことを推定する判定部とを備え、前記演算部から出力される補正信号に基づいて前記無効電力基準を補正し、前記判定部が自家用発電設備が系統から切り離されたことを推定したとき、前記演算部の増幅率を増大させ、或いは補正信号の最大値を制限する値を増大させ、或いは前記演算部の増幅率を増大させると共に補正信号の最大値を制限する値を増大させることを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項10】請求項2又は請求項9に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記制御部は、定格周波数を含む所定の周波数範囲で高いゲイン特性を持つフィルタ介して連系点の周波数を検出する周波数検出部を備え、定格周波数付近における検出感度を高めることを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【請求項11】請求項10に記載の系統連系保護用無効電力補償装置において、前記フィルタは、定格周波数を含む所定の周波数範囲では周波数の上昇につれて位相が進み方向に変化し、前記所定の周波数範囲以外の周波数範囲では周波数の上昇につれて位相が遅れ方向に変化する特性とし、前記フィルタを介して検出される電圧位相と連系点の電圧位相との位相偏差を周波数変化率検出値に加えて定格周波数付近における周波数変化率の検出感度を高めることを特徴とする系統連系保護用無効電力補償装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、系統と連系する自家用発電設備に用いられる無効電力補償装置に係り、特に系統側からの給電が停止したとき、自家用発電設備側の遮断機を開放して保護動作を行わせる系統連系保護用無効電力補償装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ゴミ発電システム、コージェネレーション、燃料電池、太陽光発電等の自家用発電設備を系統と連系して運転する場合がある。一般需要家がこの種の自家用発電設備を使用するとき、図7に示すような系統連系保護システムが用いられる。

【0003】この従来装置はタービンによる自家用発電設備の例を示したもので、調速機11により一定の速度（同期速度）で駆動されるタービン10に結合され電力を発生する交流発電機7を備え、この交流発電機7の出力が遮断器6を介して変電所39の一般需要家に対する給電系統に連系される。変電所39は、系統1の交流電圧を変圧器2を介して降圧し、遮断器3を介して一般需

要家に対する給電系統に給電している。

【0004】調速機11は、交流発電機7から出力される交流電圧の周波数が系統1の交流電圧の周波数と同期するようにタービン11の出力を制御し、自動電圧調整器(AVR)9は、所望の出力電圧となるように交流発電機7の界磁巻線8に供給する励磁電流を制御している。異常検出回路13は、交流発電機7の出力電圧及び変流器12を介して検出される交流発電機7の出力電流との関係から発電機の異常を検出したとき、故障トリップ回路20を介して遮断器6を開放する。

【0005】この他に、遮断器6の出力側(変電所側)の過電流を検出する変流器14、過電流継電器(OC)19、周波数の異常を検出する周波数低下継電器(UF)15、周波数上昇継電器(OF)16、電圧の異常を検出する過電圧継電器(OV)17、不足電圧継電器(UV)18等の保護手段を備え、系統の異常時、例えば遮断器3が開放された時、交流発電機7から出力される周波数や電圧が異常となることを検出し、これらの検出信号により故障トリップ回路20を介して遮断器6を開放し、負荷5を保護し、遮断器3の再閉路を可能な状態にする保護動作が行われる。

【0006】交流発電機7の出力電力と負荷5の消費電力が有効電力及び無効電力共にほぼ等しいとき、変電所側の遮断器3が開放されると、周波数も電圧も殆ど変化しない場合があり、継電器15～19のいずれも動作せず、自家発電設備が単独で運転を継続する、いわゆるアイランディングの現象が発生し、遮断器3の再閉路を妨げるような状態となる場合がある。このようなアイランディングを防止するため、変電所側の遮断器3が開放されたとき、変電所側から自家発電設備側へ専用線を介して遮断信号を送り遮断器6を開放する転送遮断装置38を設ける方法が採用されたものがある。しかし、上述した転送遮断装置38は、変電所が遠い場合や需要家が多い場合には有効な場合もあるが、数百KW程度の出力である中小容量の自家発電設備にとっては、コストが高く、系統連系による実用上のメリットが少ない。

【0007】そこで、発振器41により0.2～1Hz程度の周期で変化する所定の無効電力を自家発電設備の連系点に供給する無効電力装置40を接続し、アイランディング状態となったとき、この無効電力の変化により周波数を変化させ、周波数変動検出回路42で検出される周波数の変動量が所定レベルを越えたとき、レベル検出器43でアイランディング状態を検出してトリップ信号を出力し、故障トリップ回路20を介して遮断器6を開放させ、転送遮断装置38を用いることなく保護動作を行わせる方式が提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の方式では、無効電力の変動周波数で検出感度が変わるので、シミュレーションを行って最適な変動周波数を決定する必

要があること、更に重大なる問題は、アイランディング状態となったとき、分離された系統に複数の自家発電設備が存在した場合、それぞれの無効電力装置から供給される無効電力の変動周波数の位相によってはその効果を打ち消すように作用することが考えられる。本発明はこのような事情に基づいてなされたもので、その目的とするところは、高価な転送遮断装置を設けることなく、しかも無効電力装置の変動周波数の選定が不要で、無効電力装置の相互干渉による検出感度低下の恐れがなく確実にアイランディング状態を検出して信頼性の高い保護動作を行うことのできる系統連系保護用無効電力補償装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の系統連系保護用無効電力補償装置は、系統に連系する自家発電設備の連系点に接続され、前記自家発電設備が系統から切り離されたとき、前記連系点の電圧の周波数が定格周波数の前後で所定の周期で増減するハンティング状態を発生させるように無効電力を供給する無効電力補償装置を備え、このハンティング状態に基づいて連系点と自家発電設備間の遮断器を開放する保護動作を行う。(請求項1)

更に、連系点の周波数変化に基づいて該周波数変化を助長させるように無効電力基準を補正し、無効電力基準に基づいて前記無効電力を制御する制御部を備え、自家発電設備が系統から切り離されたとき、前記無効電力により周波数制御系を不安定状態とし前記ハンティング状態を発生させる。(請求項2)

更に、前記制御部は、周波数変化率が正のときは進み無効電力を増加させ、周波数変化率が負のときは遅れ無効電力を増加させるように前記無効電力補償装置を制御する。(請求項3)

更に、前記制御部は、周波数変化率に基づいて補正信号を出力する関数発生部を備え、この補正信号を前記無効電力基準に加えて無効電力基準を補正する。(請求項4)

更に、前記関数発生部は、周波数変化率に比例した補正信号を出力する。(請求項5)

更に、前記関数発生部は、周波数変化率に比例した値に、周波数変化率の極性に応じた極性の一定バイアスを加えた補正信号を出力する。(請求項6)

更に、前記制御部は、周波数変化率が所定レベルを越えるとき、保護動作を行わせるための信号を出力する第1レベル検出部を備え、前記ハンティング状態において周波数変化率が所定レベルを越えるように設定する。(請求項7)

更に、前記制御部は、周波数変化率を積分し該積分値が所定レベルを越えるとき、保護動作を行わせるための信号を出力する第2レベル検出部を備え、前記ハンティング状態において積分値が所定レベルを越えるように設定

する。(請求項8)

更に、前記制御部は、周波数変化率に基づいて補正信号を出力する関数発生部と、前記補正信号を増幅すると共にその最大値を制限する演算部と、連系点の電圧、周波数の変化から自家発電設備が系統から切り離されたことを推定する判定部とを備え、前記演算部から出力される補正信号に基づいて前記無効電力基準を補正し、前記判定部が自家発電設備が系統から切り離されたと推定したとき、前記演算部の増幅率を増大させ、或いは補正信号の最大値を制限する値を増大させ、或いは前記演算部の増幅率を増大させると共に補正信号の最大値を制限する値を増大させる。(請求項9)

更に、前記制御部は、定格周波数を含む所定の周波数範囲で高いゲイン特性を持つフィルタ介して連系点の周波数を検出する周波数検出部を備え、定格周波数付近における検出感度を高める。(請求項10)

更に、前記フィルタは、定格周波数を含む所定の周波数範囲で周波数の上昇につれて位相が進み、前記所定の周波数範囲以外の範囲で周波数の上昇につれて位相が遅れる特性とし、前記フィルタを介して検出される電圧位相と連系点の電圧位相との位相偏差を周波数変化率検出値に加えて定格周波数付近における周波数変化率の検出感度を高める。(請求項11)

【0010】

【発明の実施の形態】本発明による系統連系保護用無効電力補償装置の実施の形態を図1に示す。同図において、無効電力検出回路45は、無効電力補償装置40の出力側の電圧と変流器44の検出電流から無効電力装置40の出力する無効電力 Q_0 を検出する。無効電力制御部(AQR)46は、無効電力基準 Q^* と無効電力検出回路45で検出された無効電力 Q_0 とを比較してその偏差をゼロとするように無効電力装置40を制御して出力の無効電力 Q_0 を無効電力基準 Q^* に対応した値に制御する。周波数変化率検出部47は、連系点の周波数の変化率 df/dt を検出する。レベル検出部48は、検出信号 df/dt が所定値を越えたとき遮断器3を開放させるためのトリップ信号を出力する。関数発生部49は、周波数変化率 df/dt に基づいて補正信号 ΔQ^* を出力し、無効電力基準 Q^* に加えて無効電力基準を $Q^* + \Delta Q^*$ に補正する。絶対値検出部50は、周波数変化率 df/dt を絶対値に変換し、積分器51は、変換された信号を積分し、レベル検出部52は、積分された値が所定値を越えたとき遮断器3を開放させるためのトリップ信号を出力するように構成する。その他は従来(図7)と同じもので構成され、同一番号を付して説明を省力する。

【0011】上記構成において、自家発電設備が連系運転している場合の等価回路を図2に示す。負荷5を抵抗 R 、インダクタンス L 、コンデンサ C の並列回路で表し、交流発電機7から出力される有効電力を P 、無効電

力を Q 、無効電力補償装置40から出力される無効電力を Q_0 、負荷5に供給される有効電力を P_L 、無効電力を Q_L とすると、系統1へ流出する有効電力 ΔP 及び無効電力 ΔQ はそれぞれ次のように表される。

【0012】

【数1】 $\Delta P = P - P_L$

$\Delta Q = Q + Q_0 - Q_L$

自家発電設備の発電電力と負荷5に供給される電力がバランスし、系統1へ流出する電力がほぼゼロ、すなわち、 $\Delta P = 0$ 、 $\Delta Q = 0$ の状態では連系運転している場合に遮断器3が開放されると、電圧、周波数共に殆ど変化せず、自家発電設備のみの単独運転となり、アイランディング状態となる。この状態で運転を継続させると、系統1の電圧との同期制御が行われないので、系統1の電圧位相に対する自家発電設備の電圧位相に差が生じ、徐々に位相差が拡大して変電所側の遮断器3が再投入されたとき、系統1の電圧と自家発電設備の電圧との差により過電流が発生し事故を誘発する危険な状態となる。本実施例ではこのような危険を防止するため、自家発電設備側の遮断器6を早期に開放する後述の保護動作が行われる。自家発電設備が単独運転の状態になったとき、連系点の電圧 V と交流発電機7が出力する有効電力 P との関係は、負荷5の抵抗 R で定まり、

【0013】

【数2】 $P = V^2 / R$

となる。また、連系点の電圧 V と交流発電機7及び無効電力補償装置40が出力する無効電力 $Q + Q_0$ との関係は、負荷5のインダクタンス L とコンデンサ C 及び周波数 f で定まり、

【0014】

【数3】 $Q + Q_0 = (V^2 / \omega C) - (V^2 / \omega L)$

但し $\omega = 2\pi f$

となる。

【0015】自家発電設備の単独運転により周波数 f が僅かに変化し始めると、周波数変化率検出部47から周波数変化率 df/dt が出力され、この検出信号 df/dt に基づいて関数発生部49から補正信号 ΔQ^* が出力される。例えば、関数発生部49は検出信号 df/dt に比例した補正信号 ΔQ^* を出力し、これにより無効電力補償装置40から出力される無効電力 Q_0 は ΔQ^* だけ変化する。この場合、関数発生部49は周波数 f が上昇する方向に変化すると正の補正信号を出力し、無効電力補償装置40から出力される無効電力 Q_0 を進み無効電力 ΔQ^* だけ増加させ、逆に周波数 f が下降する方向に変化すると、負の補正信号を出力し、無効電力 Q_0 を遅れ無効電力 ΔQ^* だけ増加させる。

【0016】今、周波数 f が僅かに上昇したとすると、無効電力補償装置40から出力される無効電力 Q_0 が進み無効電力 ΔQ^* だけ増加し、負荷5が吸収する無効電力 Q_L との間で $\Delta Q = \Delta Q^*$ のアンプバンスが生じる。

この進み無効電力 ΔQ^* による進み無効電流 i_0 は交流発電機側へ流入し、交流発電機側のインダクタンス L_g に電圧降下を生じさせ、結果的に連系点の電圧 V を低下させ、交流発電機7から供給される電流 i_g の位相を遅れ方向にシフトさせ、交流発電機7から供給される無効電力 Q を遅れ無効電力 ΔQ^* だけ増加させ、流入した進み無効電流 i_0 を相殺するように作用する。この電圧 V の低下により、負荷5の消費する有効電力 $P (=V^2/R)$ が減少し、その分だけ交流発電機7の負荷が減少し、タービン10の負荷が軽くなって回転速度が上昇する方向に変化し、周波数 f の上昇方向の変化率を増大させ、更に進みの無効電力を増加させる正帰還として作用し、周波数 f の上昇を助長するように作用する。

【0017】また、周波数 f が僅かに下降したとすると、無効電力補償装置40から出力される無効電力 Q_0 が遅れ無効電力 ΔQ^* だけ増加し、電圧 V を上昇させる方向へ変化させ、周波数 f の下降を助長するように作用する。

【0018】調速機11は交流発電機7の出力周波数が一定となるようにタービン11の出力を制御しているので、その調速系の制御応答時間が経過すると、元の周波数に戻るよう制御され、周波数偏差 Δf が所定値に達すると変化率 df/dt の極性が反転し、連系点の電圧の周波数 f が定格周波数の前後で所定の周期で増減(変動)するハンティング現象が発生する。

【0019】図3はこのハンティング状態を示したもので、補正信号(1)は、関数発生部49から出力される補正信号 ΔQ^* が周波数 f の変化率 df/dt に比例する場合を示したものである。

【0020】このようなハンティング現象が生じると、周波数変化率検出器47から出力される周波数変化率 df/dt が所定の値を越え、レベル検出器52からトリップ信号が出力され、トリップ回路20を介して遮断器6を開放する保護動作が行われる。

【0021】自家発電設備が単独運転となったとき、周波数 f が殆ど変化しない場合を考慮して、関数発生部49の特性を次のようにすることができる。すなわち、補正信号 ΔQ^* として、周波数変化率 df/dt に比例した値を出力すると共に、周波数変化率検出部47の最小検出分解能のレベルで周波数変化率 df/dt の極性を判別し、その極性の正負に応じて所定のバイアス値 $\pm \Delta Q_b$ を加える特性にする。このような特性とすることにより、自家発電設備が単独運転となって周波数 f が殆ど変化しない場合でも、周波数変化率検出部47の最小検出分解能のレベルで周波数変化率 df/dt の正か負のいずれかの極性が判別され、バイアス値 $\pm \Delta Q_b$ に対応した進みか遅れかいずれかの無効電力を供給することができ、短時間でハンティング現象を生じさせることができる。図3の補正信号(2)はこの実施例を用いた場合に関数発生部49から出力される補正信号 ΔQ^* の例

を示したものである。この実施例を用いた場合、系統と連系運転しているとき、バイアス値 $\pm \Delta Q_b$ に対応した無効電力が ΔQ として流出するが、その値を小さく設定することにより系統側へ悪影響を及ぼさないようにする。

【0022】自家発電設備が出力する無効電力と負荷5に供給される無効電力がバランスし、自家発電設備が出力する有効電力と負荷5に供給される有効電力がアンバランスし、 $\Delta Q=0$ 、 $\Delta P \neq 0$ の状態では運転しているとき、遮断器3が開放され単独運転になると、従来の場合、図4(a)の f_1 、 f_2 に示すように ΔP の正か負に応じて直ちに周波数 f が上昇か下降方向に変動しながら安定点に接近する。本実施例の場合、このような状態が発生すると、周波数変化率 df/dt に基づいて前述したように周波数変化率を助長するように無効電力 ΔQ が供給され、図4(b)の f_1' 、 f_2' に示すように周波数 f は安定せず、次第に周波数変動振幅が増大しハンティング現象に移行する。従って、従来の保護継電器15～19で容易に単独運転を検出し、保護動作を行わせることができる。なお、図4(b)において、 f_1' は ΔP が正の場合であり、 f_2' は ΔP が負の場合を示したものである。

【0023】このように、自家発電設備が単独運転になり、積極的にハンティングを生じさせ周波数を変動させるとき、単独運転を検出するレベルの周波数変動に達するまでに時間の経過が必要な場合があり、このような場合でも所定時間内に単独運転を検出するため、次のような保護動作が行われる。

【0024】図4(b)の f_1' 、 f_2' に示すように周波数 f が変動するとき、絶対値変換部50は、周波数変化率検出部47で検出された周波数変化率 df/dt を絶対値 $A(ABS(df/dt))$ に変換し、積分器51で通常の周波数変動レベル α_0 を越える部分 $(ABS(df/dt) - \alpha_0)$ について積分を行い、この積分値 B が所定の検出レベル β を越えるときレベル検出部52からトリップ信号が出力される。この実施例によれば、周波数変化率 df/dt がレベル検出部48による検出レベル α_1 に達する時刻 t_2 より早い時刻 t_1 に検出することが可能となり、短時間で単独運転を検出することができる。

【0025】以上の説明では、自家発電設備として、交流発電機7のみが連系されている場合について説明したが、電池61から供給される電力をインバータ62で交流電力に変換し、遮断器63を介してインバータ62の出力を連系点に接続するように構成される場合もある。インバータは P 、 Q 一定制御又は電流位相制御を高速に行っていて、周波数制御系に機械的な慣性が無いので交流発電機の場合より周波数変動はしやすくなる。

【0026】本実施例によれば、連系点の周波数変化率に基づいて周波数変化を助長する方向に無効電力を制御

することにより、発電機やインバータなど種類の異なる発電設備が連系している場合でも単独運転を確実に検出することができる。

【0027】本発明の他の実施例を図5に示す。図5において、フィルタ53は定格周波数 f_0 前後で高いゲインを持つバンドパスフィルタとして動作し、周波数検出回路54はフィルタ53を介して連系点の周波数 f を検出する。判定部57は、周波数検出回路54で検出される連系点の周波数 f 、周波数変化率検出部47で検出される周波数変化率 df/dt 、電圧検出回路55で検出される連系点の電圧 V 、電圧変化率検出部56で検出される電圧変化率 dV/dt などの値が通常の値と異なることから、アイランディング状態を上述した保護動作の検出レベルより高い感度で判定(推定)し、制御パラメータを変更する信号 $M1$ 、 $M2$ を出力する。増幅部58は信号 $M1$ に応じて増幅率が変化し、信号制限部59は信号 $M1$ に応じて補正信号の最大値を制限する値が変化する。

【0028】この実施例で用いるフィルタ53の特性は、図6に示すように、定格周波数 f_0 の前後の周波数 $f_2 \sim f_1$ の範囲では周波数 f の上昇につれて位相が進む、周波数の変化を強調する特性とし、 f_2 より低い範囲或いは f_1 より高い範囲では周波数 f の上昇につれて位相が遅れ、周波数の変化を抑制する特性としている。このような特性とすることにより、定格周波数 f_0 付近では周波数変動を大きく検出し、周波数が $f_2 \sim f_1$ の範囲以外の範囲では周波数変動を小さく検出する。

【0029】この実施例では、アイランディング状態になると、まず判定部57が周波数 f 、周波数変化率 df/dt 、電圧 V 、電圧変化率 dV/dt などの変化から系統から切り離されたことを判定(推定)し、信号 $M1$ を出力して増幅器58のゲインを増大させ、同時に信号 $M2$ を出力して信号制限部59の補正信号 ΔQ^* の制限値を大きく切換えて無効電力の変動幅を大きくすることにより確実にハンティング状態を発生させるようにしている。

【0030】この実施例によれば、通常の連系運転時に系統に流出する無効電力を小さく抑えることができ、アイランディング状態になったとき、確実にハンティング状態を発生させ保護動作を行わせることができる。

【0031】なお、この実施例は、増幅器58のゲインを増大させるか、信号制限部59の補正信号 ΔQ^* の制限値を大きく切換えるか、信号 $M1$ 、 $M2$ のいずれか一方のみとすることもできる。また、この実施例で用いるフィルタ53と周波数検出部54は図1の実施例にも適用することができ、また、フィルタ53を介して検出される電圧位相と連系点の電圧位相との位相偏差を周波数変化率 df/dt に加えて定格周波数付近における周波数変化率の検出感度を高めることができる。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、自家用発電設備が系統から切り離され単独運転の状態になったとき、所定の周波数変動範囲で周波数が増減するハンティング状態を発生させるように無効電力を供給し、自家用発電設備の出力電力と負荷の消費電力等しい状態で運転しているときでも転送遮断装置を用いることなく確実にアイランディング状態を短時間に検出して保護動作を行わせることができ、信頼性、経済性を向上した系統連系保護用無効電力補償装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の系統連系保護用無効電力補償装置の実施例の構成図

【図2】上記実施例の作用を説明するための等価回路図

【図3】上記実施例の作用を説明するための波形図

【図4】(a)は従来装置の動作を説明するための波形図、(b)は上記実施例の作用を説明するための波形図

【図5】本発明の系統連系保護用無効電力補償装置の別の実施例の構成図

【図6】上記実施例に示すフィルタ53の特性図

【図7】従来の系統連系保護システムの構成図

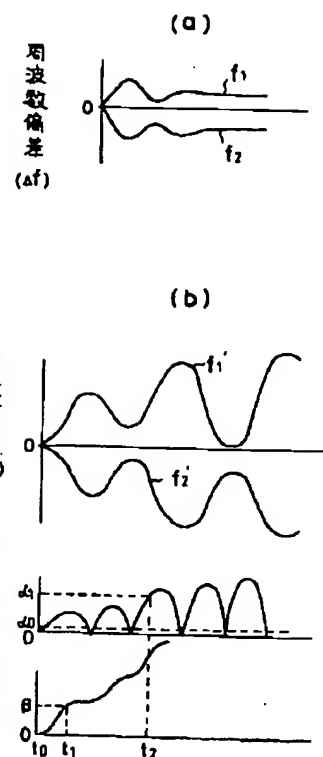
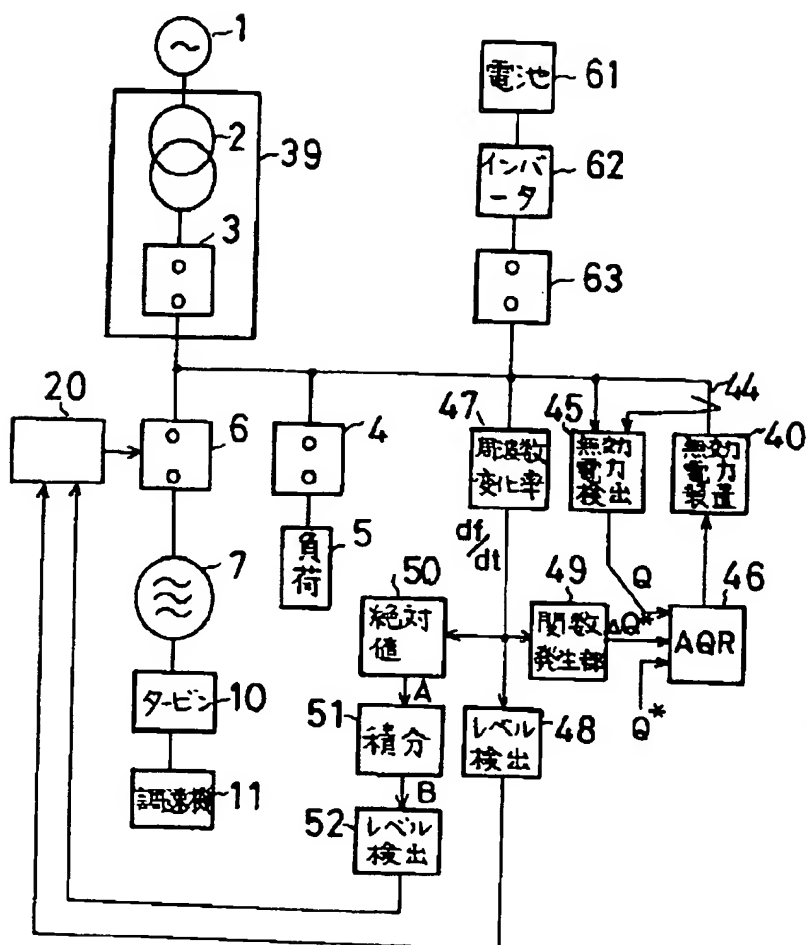
【符号の説明】

1…系統電源	2…変圧器
3、6、63…遮断機	5…負荷
7…交流発電機	8…界磁巻線
9…自動電圧調整器(AVR)	10…タービンエンジン
11…調速機	12、14…変流器
13…異常検出回路	15…周波数低下継電器(UF)
16…周波数上昇継電器(OF)	17…過電圧継電器(OV)
18…不足電圧継電器(UV)	19…過電流継電器(OC)
20…故障トリップ回路	
39…上位変電所	40…無効電力補償装置
41…発信器	42…周波数変動検出回路
43、48、52…レベル検出部	44…変流器
45…無効電力検出回路	46…無効電力制御部(AQR)
47…周波数変化率検出部	49…関数発生部
50…絶対値変換部	51…積分器
53…フィルタ	54…周波数検出部
55…電圧検出回路	56…電圧変化率検出部
57…判定部	58…増幅部

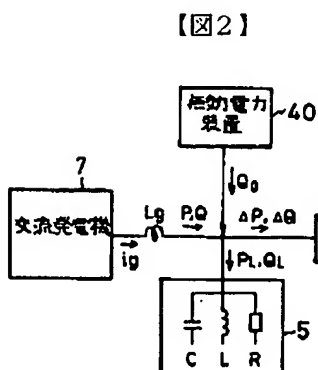
タ

62…インバー

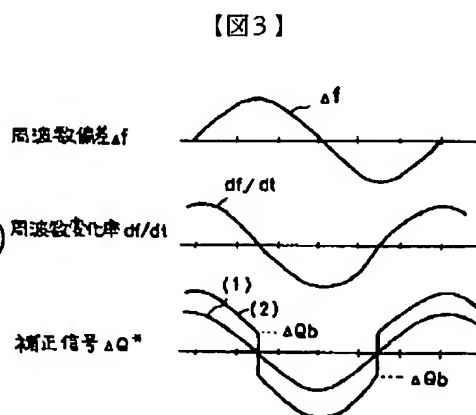
【図4】



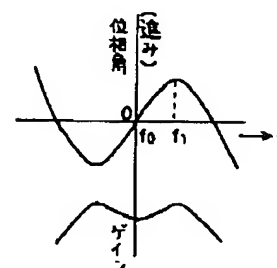
【図6】



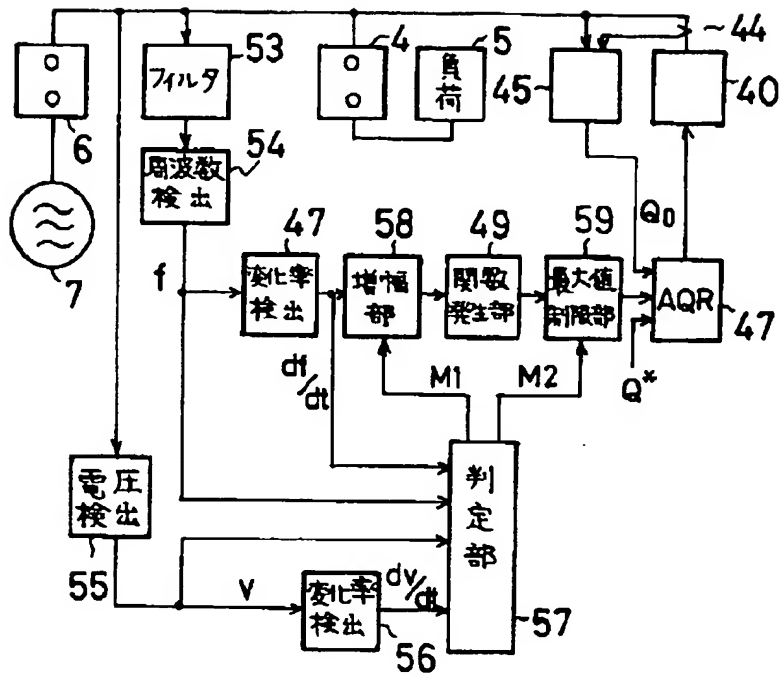
【図2】



【図3】



【図5】



【図7】

